

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-246053

(43)Date of publication of application : 30.08.2002

(51)Int.Cl.

H01M 8/04  
H01M 8/00

(21)Application number : 2001-035934

(71)Applicant : DENSO CORP

(22)Date of filing : 13.02.2001

(72)Inventor : IMAMURA TOMONORI

SASAKI HIROKUNI

KATO HARUHIKO

OKAMOTO KUNIO

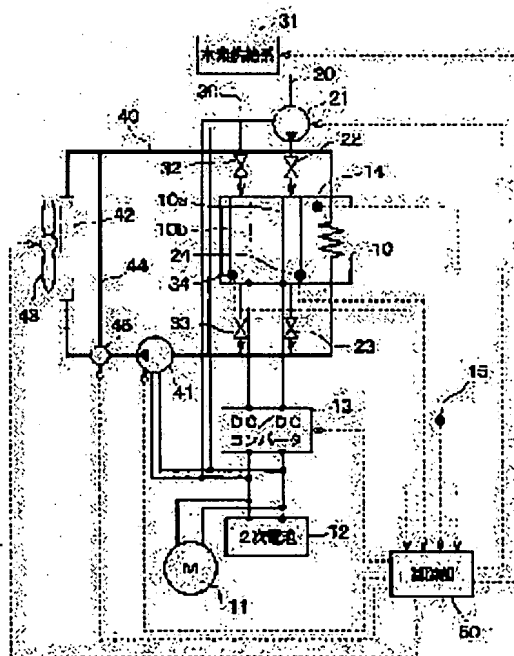
HOTTA NAOTO

## (54) FUEL CELL SYSTEM

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a fuel cell system, used under a low-temperature environment, capable of removing water inside a fuel cell in a short time, when operation is stopped.

**SOLUTION:** This fuel cell system is provided with an output current control means 13 for controlling an output current of the fuel cell 10 and water amount detection means 24, 34 for detecting an amount of water remaining in the fuel cell 10 to set a target current value, based on the amount of water remaining in the fuel cell 10 detected by the water amount detection means 24, 34 and control, so that an output current of the fuel cell 10 becomes the target current value by the output current control means 13, when the normal operation of the fuel cell 10 ends. The target current value is set, in such away that it is reduced according to the reduction of the amount of water remaining in the fuel cell 10, the output current of the fuel cell 10 is increased, when water removal control is started to improve water evaporation rate, and the output current is reduced according to the reduction of the remaining water amount.



---

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(11)特許出願公開番号

特開2002-246053

( P2002-246053A)

(43)公開日 平成14年8月30日(2002.8.30)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード*(参考)
H 0 1 M 8/04		H 0 1 M 8/04	X 5 H 0 2 7
			P
			T
8/00		8/00	A

審査請求 未請求 請求項の数6 OL (全 7 頁)

(21)出願番号 特願2001-35934(P2001-35934)

(22)出願日 平成13年2月13日(2001.2.13)

(71)出願人 000004260

株式会社デンソー

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

(72) 発明者 今村 朋範

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

(72)発明者 佐々木 博邦

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

(74)代理人 100100022

弁理士 伊藤 洋二 (外2名)

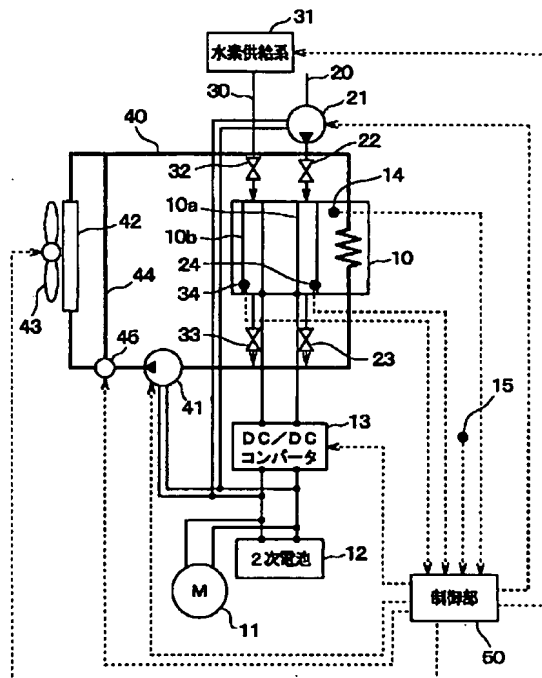
**最終頁に続く**

(54) 【発明の名称】 燃料電池システム

(57) 【要約】

【課題】 低温環境下で使用される燃料電池システムにおいて、運転停止の際、短時間で燃料電池内部の水分を除去できることが可能な燃料電池システムを提供する。

【解決手段】 燃料電池１０の出力電流を制御する出力電流制御手段１３と、燃料電池１０内の残留水分量を検出する水分量検出手段２４、３４とを設け、燃料電池１０の通常運転が終了する際に、水分量検出手段２４、３４により検出した燃料電池１０内の残留水分量に基づいて目標電流値を設定し、出力電流制御手段１３により燃料電池１０の出力電流が目標電流値となるように制御する。目標電流値は、燃料電池１０内の残留水分量の減少に応じて低下するように設定し、水分除去制御開始時には燃料電池１０の出力電流を大きくして水分蒸発速度を向上させ、残留水分量の減少に応じて出力電流を小さくする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 水素と酸素とを電気化学反応させて電気エネルギーを発生させる燃料電池(10)を備える燃料電池システムであって、

前記燃料電池(10)の出力電流を制御する出力電流制御手段(13)と、

前記燃料電池(10)内の残留水分量を検出する水分量検出手段(24、34)とを備え、

前記燃料電池(10)の通常運転が終了する際に、前記水分量検出手段(24、34)により検出した前記燃料電池(10)内の残留水分量に基づいて目標電流値を設定し、前記出力電流制御手段(13)により前記燃料電池(10)の出力電流が前記目標電流値となるように制御することを特徴とする燃料電池システム。

【請求項2】 前記目標電流値は、前記燃料電池(10)内の残留水分量の減少に応じて低下するように設定されることを特徴とする請求項1に記載の燃料電池システム。

【請求項3】 前記燃料電池(10)に、前記燃料電池(10)が前記目標電流値を出力するのに必要とされる酸素量に対して過剰な酸素量を含んだ空気を供給することを特徴とする請求項1または請求項2に記載の燃料電池システム。

【請求項4】 前記燃料電池(10)と並列的に接続された2次電池(12)と、

前記燃料電池(10)からの供給電力により作動する補機(21、22、23、32、33、41、43、45)とを備え、

前記燃料電池(10)を前記目標電流値にて発電させた際に、前記燃料電池(10)の出力電力が前記補機(21、22、23、32、33、41、43、45)の作動に必要な電力に対して余剰を生じる場合には、余剰電力を前記2次電池に充電し、前記燃料電池(10)の出力電力が前記補機(21、22、23、32、33、41、43、45)の作動に必要な電力に対して不足する場合には、不足電力を前記2次電池から前記補機(21、22、23、32、33、41、43、45)に供給することを特徴とする請求項1ないし3のいずれか1つに記載の燃料電池システム。

【請求項5】 前記燃料電池(10)の温度を制御する温度制御手段(40～45)を備え、

前記温度制御手段(40～45)により、前記燃料電池(10)の温度が所定上限温度( $T_{max}$ )から所定下限温度( $T_{min}$ )の間となるように温度制御を行うことを特徴とする請求項1ないし4のいずれか1つに記載の燃料電池システム。

【請求項6】 前記出力電力制御手段はDC/DCコンバータ(13)であり、前記DC/DCコンバータ(13)にて前記燃料電池(10)の出力電圧を制御することによって、前記燃料電池(10)の前記出力電流を制御することを特徴とする請求項1ないし5のいずれか1つに記載の燃料電池システム。

【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、水素と酸素との化学反応により電気エネルギーを発生させる燃料電池からなる燃料電池システムに関するもので、車両、船舶及びポータブル発電器等の移動体に適用して有効である。

## 【0002】

【従来の技術】従来より、水素と酸素(空気)との電気化学反応を利用して発電を行う燃料電池を備えた燃料電池システムが知られている。例えば車両用等の駆動源として考えられている高分子電解質型燃料電池では、0℃以下の低温状態では、電極近傍に存在している水分が凍結して反応ガスの拡散を阻害したり、電解質膜の電気伝導率が低下するという問題がある。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】このような低温環境下で燃料電池を起動する際、凍結による反応ガス経路の目詰まりあるいは電解質膜への反応ガス(水素および空気)の進行・到達の阻害により、燃料ガスを供給しても電気化学反応が進行せず、燃料電池を起動できないという問題がある。さらに、反応ガス経路内で結露した水分の凍結によるガス経路の閉塞も生ずる。

【0004】本発明は、上記問題点に鑑み、低温環境下で使用される燃料電池システムにおいて、運転停止の際、短時間で燃料電池内部の水分を除去できることが可能な燃料電池システムを提供することを目的とする。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、請求項1に記載の発明では、水素と酸素とを電気化学反応させて電気エネルギーを発生させる燃料電池(10)を備える燃料電池システムであって、燃料電池(10)の出力電流を制御する出力電流制御手段(13)と、燃料電池(10)内の残留水分量を検出する水分量検出手段(24、34)とを備え、燃料電池(10)の通常運転が終了する際に、水分量検出手段(24、34)により検出した燃料電池(10)内の残留水分量に基づいて目標電流値を設定し、出力電流制御手段(13)により燃料電池(10)の出力電流が目標電流値となるように制御することを特徴としている。

【0006】このように、燃料電池(10)内の残留水分量に基づいて燃料電池(10)の出力電流を制御することで、電流を一定に制御した場合に比較して、残留水分量と蒸発速度の向上を両立させることができる。これにより、短時間で効率よく燃料電池(10)内の残留水分を除去することが可能となる。

【0007】具体的には、請求項2に記載の発明のように、目標電流値を燃料電池(10)内の残留水分量の減少に応じて低下するように設定することで、水分除去制御開始時には燃料電池(10)の出力電流を大きくして水分蒸発速度を向上させ、残留水分量の減少に応じて出力電流を小さくして効果的に残留水分量を減少させるこ

とができる。

【0008】なお、出力電流制御手段(13)による燃料電池(10)の出力電流の制御は、燃料電池内の残留水分量が減少し、低温環境下にて凍結を生じる範囲以下となるまで行う。

【0009】このとき、燃料電池(10)を構成する各セルにおける全ての部分について残留水分量を凍結範囲以下とする必要はなく、少なくとも各セルにおける一部の残留水分量が凍結範囲以下となればよい。各セルの一部が乾燥していれば、その乾燥部分に水素および空気を供給することで発電を開始できる。セルの一部にて発電が開始されれば、発電に伴う発熱により他の部分を昇温させることができ、セル全体で発電を行うことができるようになる。

【0010】また、請求項3に記載の発明では、燃料電池(10)に、燃料電池(10)が目標電流値を出力するのに必要とされる酸素量に対して過剰な酸素量を含んだ空気を供給することを特徴としている。これにより、空気流によって燃料電池(10)内に液滴の状態で存在する水分を、燃料電池(10)内から押し出す(吹き飛ばす)ことができる。

【0011】また、請求項4に記載の発明では、燃料電池(10)と並列的に接続された2次電池(12)と、燃料電池(10)からの供給電力により作動する補機(21、22、23、32、33、41、43、45)とを備え、燃料電池(10)を目標電流値にて発電させた際に、燃料電池(10)の出力電力が補機の作動に必要な電力に対して余剰を生じる場合には、余剰電力を2次電池に充電し、燃料電池(10)の出力電力が補機の作動に必要な電力に対して不足する場合には、不足電力を2次電池から補機に供給することを特徴としている。

【0012】これにより、送風機(21)等の補機の負荷に関わらず、燃料電池(10)の出力電流を燃料電池(10)内の水分除去に最適な値に制御することができ、効率よく水分除去を行うことができる。

【0013】また、請求項5に記載の発明では、燃料電池(10)の温度を制御する温度制御手段(40~45)を備え、温度制御手段(40~45)により、燃料電池(10)の温度が所定上限温度( $T_{max}$ )から所定下限温度( $T_{min}$ )の間となるように温度制御を行うことを特徴としている。

【0014】これにより、燃料電池温度が上限温度 $T_{max}$ 以上となって燃料電池内部の電解質膜等が破壊されるのを防ぐことができ、また、燃料電池温度が下限温度 $T_{min}$ 以下となって残留水分の蒸発量が低下することを防止することができる。

【0015】また、出力電力制御手段は、請求項6に記載の発明のようにDC/DCコンバータ(13)とすることができ、DC/DCコンバータ(13)にて燃料電池(10)の出力電圧を制御することによって、燃料電

池(10)の出力電流を制御することができる。

【0016】なお、上記各手段の括弧内の符号は、後述する実施形態に記載の具体的手段との対応関係を示すものである。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態を図1~図6に基づいて説明する。本実施形態は、燃料電池システムを燃料電池を電源として走行する電気自動車(燃料電池車両)に適用したものである。

10 【0018】図1は、実施形態の燃料電池システムの全体構成を示している。図1に示すように、本実施形態の燃料電池システムは、水素と酸素との電気化学反応を利用して電力を発生する燃料電池(FCスタック)10を備えている。FCスタック10は、車両走行用の電動モータ(負荷)11や2次電池12等の電気機器に電力を供給するように構成されている。

【0019】FCスタック10では、以下の水素と酸素の電気化学反応が起こり電気エネルギーが発生する。

(負極側)  $H_2 \rightarrow 2H^+ + 2e^-$

20 (正極側)  $2H^+ + 1/2O_2 + 2e^- \rightarrow H_2O$

本実施形態ではFCスタック10として固体高分子電解質型燃料電池を用いており、基本単位となるセルが複数積層されて構成されている。各セルは、電解質膜が一对の電極で挟まれた構成となっている。

【0020】FCスタック10と2次電池12との間にはFCスタック10の出力電圧値を調整するDC/DCコンバータ(出力電流制御手段)13が設けられている。図2はFCスタック10の出力電圧と出力電流との関係を示している。図2に示すようにFCスタック10の出力電圧と出力電流との間には相関関係があり、FCスタック10は出力電流の増加とともに出力電圧が低下し、出力電流の低下とともに出力電圧が増加するという特性を持っている。従って、DC/DCコンバータ13にてFCスタック10の出力電圧を制御することにより、FCスタック10の出力電流を任意に制御することが可能となる。

【0021】また、FCスタック10には、FCスタック本体の温度を検出するための温度センサ14が設けられている。さらに、燃料電池システムには、外気温を検出する外気温センサ15が設けられている。

【0022】燃料電池システムには、FCスタック10の酸素極(正極)10a側に空気(酸素)を供給するための空気経路20と、FCスタック10の水素極(負極)10b側に水素を供給するための水素経路30が設けられている。空気経路20には空気供給用の空気圧送用の送風機(ガス圧縮機)21が設けられている。水素経路30には水素供給装置31より水素が供給される。

【0023】発電時における電気化学反応のために、FCスタック10内の電解質膜を水分を含んだ湿潤状態にしておく必要がある。このため、通常運転時には、図示

しない加湿装置により空気経路20の空気および水素経路30の水素に加湿が行われ、FCスタック10には加湿された空気および水素が供給される。これにより、FCスタック10内部は湿潤状態で作動することとなる。また、酸素極10a側では上記電気化学反応により水分が生成する。

【0024】また、後述の水分除去運転時には、FCスタック10には、加湿されない乾燥空気と加湿されない乾燥水素が供給される。これらの乾燥ガスは、FCスタック10内に残留する水分を除去するために、できるだけ低湿度であることが望ましく、少なくともFCスタック10内の湿度より低湿度である必要がある。

【0025】空気経路20における両端部には、空気経路20を遮断するためのシャットバルブ22、23が設けられている。これらのシャットバルブ22、23を閉じることで、FCスタック10内部および空気経路20内部を外気から遮断することができる。水素経路30の両端部にも、同様のシャットバルブ32、33が設けられている。

【0026】FCスタック10には、FCスタック10内部の酸素極10aおよび水素極10bに存在する残留水分を検出するための水分センサ24、34が設けられている。本実施形態では、水分センサ24、34として湿度センサを用いている。湿度センサ24、34は、FCスタック10内部の湿度を適切に検出するために、酸素極10aおよび水素極10bにおけるFCスタック10出口付近に設けることが望ましい。

【0027】FCスタック10は発電に伴い発熱を生じる。このため、燃料電池システムには、FCスタック10を冷却して作動温度が電気化学反応に適温（80℃程度）となるよう冷却システム40～45が設けられている。

【0028】冷却システムには、FCスタック10に冷却水（熱媒体）を循環させる冷却水経路40、冷却水を循環させるウォータポンプ41、ファン43を備えたラジエータ42が設けられている。ラジエータ42およびファン43で冷却部を構成している。FCスタック10で発生した熱は、冷却水を介してラジエータ42で系外に排出される。

【0029】また、冷却水経路40には、冷却水をラジエータ42をバイパスさせるためのバイパス経路44がラジエータ44と並列的に設けられている。冷却水の流路は、冷却水切替弁45によってラジエータ43側とバイパス通路44側に切り替えられる。

【0030】このような冷却系によって、ウォータポンプ41による循環流量制御、ラジエータ42およびファン43による風量制御、冷却水切替弁45によるバイパス流量制御でFCスタック10の冷却量制御を行うことができる。

【0031】本実施形態の燃料電池システムには各種制

御を行う制御部（ECU）50が設けられている。制御部50には、負荷11からの要求電力信号、温度センサ12からの温度信号、外気温センサ15からの外気温信号、水分センサ24、34からの残留水分量信号等が入力される。また、制御部50は、2次電池12、DC/DCコンバータ13、送風機21、ウォータポンプ41、ラジエータファン43、冷却水切替弁45等に制御信号を出力するように構成されている。

【0032】次に、上記構成の燃料電池システムの水分除去制御を図3～6に基づいて説明する。図3は本実施形態の水分除去制御を示すフローチャートである。

【0033】まず、FCスタック10の運転を停止するか否かを判定する（ステップS10）。運転停止判定は、運転者によるキーオフ信号を検出することにより行う。キーオフ信号が検出されない場合には、通常運転を継続する（ステップS11）。キーオフ信号が検出された場合には、FCスタック10内の水分除去（水分バージ）が必要か否かを判定する（ステップS12）。

【0034】水分除去を行うか否かの判定は、運転停止時の環境温度（外気温）や季節情報等を考慮して行う。すなわち、環境温度が0℃以下であるか、あるいは冬季等であり気温の低下が予測されるといった条件に基づいて水分除去運転の必要性についての判定を行う。当然のことながら、夏場などの条件では凍結のおそれがないため、水分運転は必要とならない。

【0035】また、FCスタック10の運転停止時に、運転者によるFCスタック10停止時間の予想時間を入力するように構成してもよい。これは、FCスタック10の停止時に環境温度が氷結点以下であったとしても、FCスタック10の予熱が十分あるため、瞬時にFCスタック10が氷結点以下とはならず、しばらくは高温が維持されるためである。従って、10時間程度（一昼夜）の停止時間内であれば、運転停止時の残留水除去を行う必要がない。

【0036】水分除去が必要と判定された場合には、水分センサ24、34によりFCスタック10内の残留水量を検出し（ステップS13）、残留水量が低温環境下において凍結する範囲内であるか否かを判定する（ステップS14）。その結果、残留水分量が凍結範囲を超えている場合には、残留水分量に基づいてFCスタック10の出力電流値（目標電流値）を決定する（ステップS15）。

【0037】ここで、FCスタック10内の残留水分を除去するのに必要なFCスタック出力電流値の決定方法を図4～図6に基づいて説明する。

【0038】図4はFCスタック10の出力電流、発熱量、生成水量の関係を示している。図4に示すように、FCスタック10の出力電流が増大すると発熱量が増大するため、FCスタック10内の残留水分の除去を促進できる。一方、電気化学反応により水分が生成されるた

め、FCスタック10出力電流が増大すると生成水が増大する。

【0039】図5はFCスタック10の出力電流と残留水分量との関係を示している。縦軸は残留水分量であり、横軸は時間を示している。 $I_0 \sim I_3$ は、FCスタック10の出力電流を一定にした場合の残留水分量を示しており、 $I_0$ が最も電流値が大きく、 $I_3$ が最も電流値が小さい。 $W_0 \sim W_3$ は特定の電流値においてそれ以下に減らすことにできない飽和残留水分量であり、 $W_0 \sim W_3$ はそれぞれ $I_0 \sim I_3$ に対応している。

【0040】図5に示すように、出力電流が大きい場合には残留水分の除去速度が速い一方、生成水量が多いため残留水分量が高い値で飽和し、出力電流が小さい場合には残留水分の除去速度が遅い一方、生成水量が少ないため残留水分量の飽和値が小さくなる。従って、FCスタック10内の残留水分量が多い段階ではFCスタック10の出力電流値を大きくして残留水分を速やかに除去し、残留水分量の減少に伴って出力電流値を小さくし、残留水分をできるだけ少なくすることで、効率よく残留水分を除去できる。

【0041】図6は、FCスタック10内の残留水分量とFCスタック10の目標電流値との関係を示している。本実施形態では、図6に示すように、残留水分量が $W_0$ になるまでは出力電流を $I_0$ 、残留水分量が $W_1$ になるまでは出力電流を $I_1$ 、残留水分量が $W_2$ になるまでは出力電流を $I_2$ 、残留水分量が $W_3$ になるまでは出力電流を $I_3$ としている。

【0042】このようにFCスタック10内の残留水分量に基づいてFCスタック10の出力電流値を最適値に制御することで、図5中のI<sub>v</sub>に示すように、FCスタック10内の残留水分を速やかに、かつ、効果的に減少させることができる。

【0043】次に、以上のように決定された目標電流値を発電するのに必要な水素量および酸素量を算出し、FCスタック10に送風機21および水素供給装置31により空気(酸素)および水素を供給する(ステップ16)。このとき、空気および水素に加湿は行われず、FCスタック10の酸素極10aには乾燥空気が供給され、水素極10bには乾燥水素が供給される。

【0044】本実施形態の燃料電池システムでは、FCスタック10には目標制御電流値の発電に必要な空気量に対して過剰な空気量を供給するように構成されている。これにより、空気流によってFCスタック10内に液滴の状態で存在する水分をFCスタック10内から押し出す(吹き飛ばす)ことができる。

【0045】次に、FCスタック10の出力電流値が目標制御電流となるように出力電流の制御を行う(ステップS17)。具体的には、上記図2に基づいて説明したように、DC/DCコンバータ13にてFCスタック10の出力電圧を制御することにより出力電流を制御す

る。

【0046】このとき、FCスタック10の出力電流はFCスタック10内部の水分除去に最適値となるように制御される。従って、FCスタック10で発電する電力は、送風機21やウォータポンプ41、流路切替弁45等の補機類を作動させるために必要な電力に対して大きい場合と小さい場合があり得る。このため、FCスタック10の電力が補機作動電力より大きい場合には余剰電力を2次電池12に充電し、逆にFCスタック10の発電量が補機作動電力より小さい場合には不足する電力を2次電池12より補機に供給する。これにより、補機の負荷の大小に関わらず、FCスタック10の出力電流をFCスタック10内の水分除去に最適値に制御することができ、効率よく水分除去を行うことができる。

【0047】次に、FCスタック10の温度制御を行う。FCスタック10は発電により発熱を生ずる。FCスタック温度が上限温度 $T_{max}$ 以上となった場合には、FCスタック10内部の電解質膜等が破壊される。また、FCスタック温度が下限温度 $T_{min}$ 以下となった場合には、FCスタック10内の残留水分の蒸発量が低下する。このため、冷却システム40~45によりFCスタック10の温度が所定温度範囲に収まるようにFCスタック10の温度制御を行う。なお、本実施形態では、FCスタック10の上限温度 $T_{max}$ を120℃程度、下限温度 $T_{min}$ を60℃程度に設定している。

【0048】まず、温度センサ14によりFCスタック10の温度を検出し(ステップS18)、FCスタック温度が冷却が必要か否かを判定する(ステップS19)。その結果、FCスタック温度が上限温度 $T_{max}$ を上回っていれば、冷却水をラジエータ42側に循環させてFCスタック10の冷却を行う(ステップS20)。また、FCスタック温度が下限温度 $T_{min}$ を下回っていれば、冷却水をバイパス経路44側に循環させるか、あるいはウォータポンプ41を停止させてFCスタック10の冷却を一時中止する(ステップS21)。これにより、FCスタック温度を上限温度 $T_{max}$ と下限温度 $T_{min}$ の範囲内に制御することができる。

【0049】次に、ステップS13に戻り、FCスタック10内の残留水分量を検出し、残留水分量が凍結範囲であるか否かを判定する。その結果、残留水分量が凍結範囲を下回っていれば、空気経路20および水素経路30の両端部に設けられているシャットバルブ22、23、32、33を閉じる(ステップS21)。これにより、FCスタック10内部、空気経路20内部、水素経路30内部が外気から遮断され、外部環境からの水分侵入を防ぐことができる。その後、FCスタック10への燃料供給を停止して、FCスタック10を完全に停止させる。

【0050】残留水分量が凍結範囲を上回っている場合には、上記ステップS15~S21を繰り返す。

【0051】以上、本実施形態のように、FCスタック10内の残留水分量に基づいて、制御開始時にはFCスタック10の出力電流を大きくして水分蒸発速度を向上させ、残留水量に応じて出力電流を小さくすることで、電流を一定に制御した場合に比較して、残留水分量と蒸発速度の向上を両立させることができる。これにより、短時間で効率よくFCスタック10内の残留水分を除去することが可能となる。

【0052】（他の実施形態）なお、上記実施形態では、FCスタック10内の残留水分量を検出する水分センサ24、34として湿度センサを用いたが、これに限らず、例えば水分センサとしてFCスタック10内部における電解質膜の電気抵抗の変化を測定することによっても、FCスタック10内部の残留水分量を検出することができる。

【0053】また、FCスタック10を構成する個々のセルにおいて、少なくとも一部が水分除去されていればよい。セルの一部が乾燥していれば、その乾燥部分に水素および空気を供給することで発電を開始できる。セルの一部にて発電が開始されれば、発電に伴う発熱により他の部分を昇温させることができ、セル全体で発電を行

うことができるようになる。

【図面の簡単な説明】

【図1】上記実施形態の燃料電池システムの全体構成を示す概念図である。

【図2】燃料電池の出力電流と出力電圧との関係を示す特性図である。

【図3】上記実施形態の燃料電池システムの水分除去制御を示すフローチャートである。

【図4】燃料電池の出力電流、発熱量、生成水量の関係を示す特性図である。

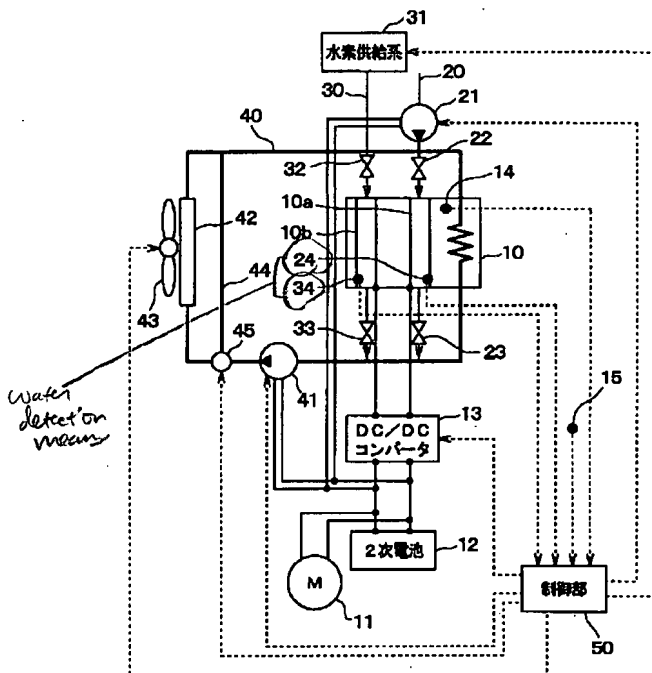
【図5】燃料電池の出力電流と残留水分量との関係を示す特性図である。

【図6】本実施形態の燃料電池の残留水量と制御電流値との関係を示す特性図である。

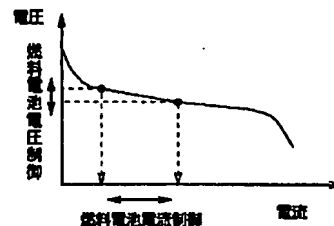
【符号の説明】

10…燃料電池（FCスタック）、12…2次電池、13…DC/DCコンバータ（電流制御手段）、20…空気通路、22、23…シャットバルブ、24…湿度センサ（水分センサ）、30…水素通路、32、33…シャットバルブ、34…湿度センサ（水分センサ）、50…制御部。

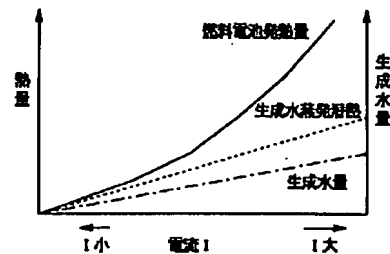
【図1】



【図2】

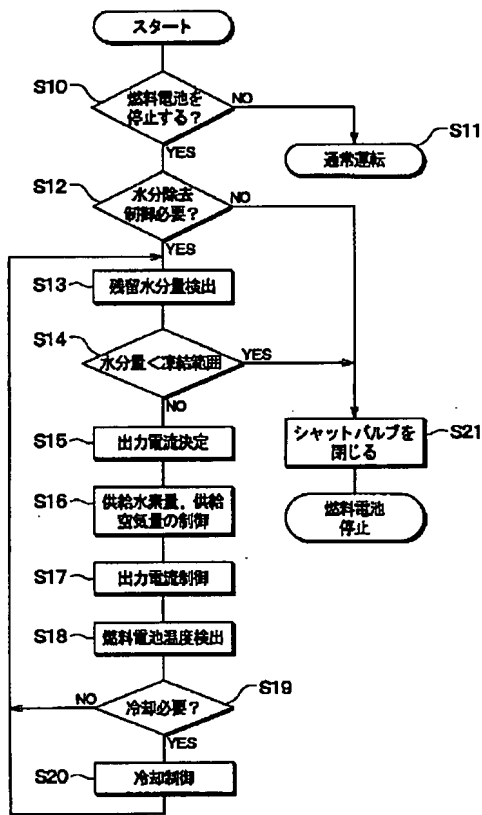


【図4】

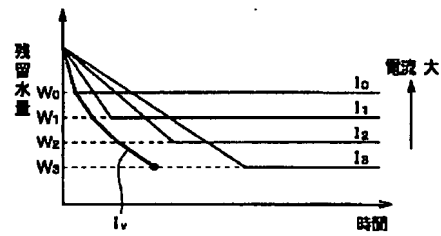




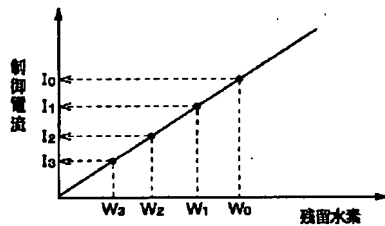
【図3】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 加藤 晴彦  
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会  
社デンソー内  
(72)発明者 岡本 邦夫  
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会  
社デンソー内

(72)発明者 堀田 直人  
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会  
社デンソー内  
Fターム(参考) 5H027 AA06 CC06 KK00 KK46 MM03  
MM26

\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The output current control means which is a fuel cell system equipped with the fuel cell (10) which carries out electrochemical reaction of hydrogen and the oxygen, and generates electrical energy, and controls the output current of said fuel cell (10) (13), It has a moisture content detection means (24 34) to detect the residual moisture content in said fuel cell (10). In case usual operation of said fuel cell (10) is completed, a target current value is set up based on the residual moisture content in said fuel cell (10) detected with said moisture content detection means (24 34). The fuel cell system characterized by controlling so that the output current of said fuel cell (10) serves as said target current value by said output current control means (13).

[Claim 2] Said target current value is a fuel cell system according to claim 1 characterized by being set up so that it may fall according to reduction of the residual moisture content in said fuel cell (10).

[Claim 3] The fuel cell system according to claim 1 or 2 characterized by supplying the air which contained the superfluous amount of oxygen to the amount of oxygen needed for said fuel cell (10) that said fuel cell (10) outputs said target current value.

[Claim 4] It has the rechargeable battery (12) connected with said fuel cell (10) in juxtaposition, and the auxiliary machinery (~~21, 22, 23, 32, 33, 41, 43, 45~~) which operates according to the supply voltage from said fuel cell (10). When said fuel cell (10) is made to generate with said target current value and the output power of said fuel cell (10) produces a surplus to power required for actuation of said auxiliary machinery Claim 1 characterized by supplying insufficient power to said auxiliary machinery from said rechargeable battery when dump power is charged at said rechargeable battery and the output power of said fuel cell (10) is insufficient to power required for actuation of said auxiliary machinery thru/or the fuel cell system of any one publication of three.

[Claim 5] Claim 1 which is equipped with a temperature control means (40-45) to control the temperature of said fuel cell (10); and is characterized by performing temperature control so that the temperature of said fuel cell (10) may consist of predetermined upper limit temperature (Tmax) between predetermined minimum temperature (Tmin) with said temperature control means (40-45) thru/or the fuel cell system of any one publication of four.

[Claim 6] Said output power control means is claim 1 which is a DC to DC converter (13) and is characterized by controlling said output current of said fuel cell (10) by controlling the output voltage of said fuel cell (10) by said DC to DC converter (13) thru/or the fuel cell system of any one publication of five.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention applies [ to mobiles, such as a car, a vessel, and a portable electric organ, ] about the fuel cell system which consists of a fuel cell which generates electrical energy by the chemical reaction of hydrogen and oxygen and is effective.

[0002]

[Description of the Prior Art] The fuel cell system conventionally equipped with the fuel cell which generates electricity using the electrochemical reaction of hydrogen and oxygen (air) is known. For example, in the polyelectrolyte mold fuel cell considered as driving sources for cars etc., there is a problem that the moisture which exists near the electrode freezes in the state of low temperature 0 degree C or less, and check diffusion of reactant gas or the conductivity of an electrolyte membrane falls.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] In case a fuel cell is started under such a low-temperature environment, by inhibition of advance and attainment of the reactant gas (hydrogen and air) to the blinding or the electrolyte membrane of a reactant gas path by freezing, even if it supplies fuel gas, electrochemical reaction does not advance, but there is a problem that a fuel cell cannot be started. Furthermore, lock out of the gas path by freezing of the moisture which dewed within the reactant gas path is also produced.

[0004] This invention aims at offering the fuel cell system the moisture inside a fuel cell can be [ a system ] removable in a short time in the fuel cell system used under a low-temperature environment in the case of shutdown in view of the above-mentioned trouble.

[0005]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned purpose, in invention according to claim 1 The output current control means which is a fuel cell system equipped with the fuel cell (10) which carries out electrochemical reaction of hydrogen and the oxygen, and generates electrical energy, and controls the output current of a fuel cell (10) (13), It has a moisture content detection means (24 34) to detect the residual moisture content in a fuel cell (10). In case usual operation of a fuel cell (10) is completed, a target current value is set up based on the residual moisture content in the fuel cell (10) detected with the moisture content detection means (24 34). It is characterized by controlling so that the output current of a fuel cell (10) serves as a target current value by the output current control means (13).

[0006] Thus, as compared with the case where a current is controlled uniformly, improvement in a residual moisture content and a vapor rate can be reconciled by controlling the output current of a fuel cell (10) based on the residual moisture content in a fuel cell (10). It enables this to remove the residual moisture in a fuel cell (10) efficiently for a short time.

[0007] By specifically setting up a target current value like invention according to claim 2, so that it may fall according to reduction of the residual moisture content in a fuel cell (10), the output current of a fuel

cell (10) is enlarged at the time of moisture removal control initiation, a moisture vapor rate can be raised, the output current can be made small according to reduction of a residual moisture content, and a residual moisture content can be decreased effectively.

[0008] In addition, the residual moisture content in a fuel cell decreases, and control of the output current of the fuel cell (10) by the output current control means (13) is performed until it becomes below the range that produces freezing under a low-temperature environment.

[0009] It is necessary to make a residual moisture content below into the freezing range about no parts in each cel which constitutes a fuel cell (10), and some [ in each cel ] residual moisture contents should just become below the freezing range at least at this time. If a part of each cel is dry, a generation of electrical energy can be started by supplying hydrogen and air to the desiccation part. If a generation of electrical energy is started in a part of cel, the temperature up of other parts can be carried out by generation of heat accompanying a generation of electrical energy, and it can generate electricity in the whole cel.

[0010] Moreover, in invention according to claim 3, it is characterized by supplying the air which contained the superfluous amount of oxygen to the amount of oxygen needed for a fuel cell (10) that a fuel cell (10) outputs a target current value. Thereby, the moisture which exists in the state of a drop in a fuel cell (10) by airstream can be extruded out of a fuel cell (10) (it blows away).

[0011] Moreover, the rechargeable battery connected with the fuel cell (10) in juxtaposition in invention according to claim 4 (12), It has the auxiliary machinery (21, 22, 23, 32, 33, 41, 43, 45) which operates according to the supply voltage from a fuel cell (10). When a fuel cell (10) is made to generate with a target current value and the output power of a fuel cell (10) produces a surplus to power required for actuation of auxiliary machinery When dump power is charged at a rechargeable battery and the output power of a fuel cell (10) is insufficient to power required for actuation of auxiliary machinery, it is characterized by supplying insufficient power to auxiliary machinery from a rechargeable battery.

[0012] By this, it cannot be concerned with the load of auxiliary machinery, such as a blower (21), but the output current of a fuel cell (10) can be controlled to the optimal value for the moisture removal in a fuel cell (10), and moisture removal can be performed efficiently.

[0013] Moreover, in invention according to claim 5, it has a temperature control means (40-45) to control the temperature of a fuel cell (10), and is characterized by performing temperature control with a temperature control means (40-45), so that the temperature of a fuel cell (10) may consist of predetermined upper limit temperature ( $T_{max}$ ) between predetermined minimum temperature ( $T_{min}$ ).

[0014] It can prevent that can prevent fuel cell temperature's turning into beyond the upper limit temperature  $T_{max}$ , and destroying the electrolyte membrane inside a fuel cell etc. by this, and fuel cell temperature becomes below the minimum temperature  $T_{min}$ , and the evaporation of residual moisture falls.

[0015] Moreover, an output power control means can be used as a DC to DC converter (13) like invention according to claim 6, and can control the output current of a fuel cell (10) by controlling the output voltage of a fuel cell (10) by the DC to DC converter (13).

[0016] In addition, the sign in the parenthesis of each above-mentioned means shows correspondence relation with the concrete means of a publication to the operation gestalt mentioned later.

[0017]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the operation gestalt of this invention is explained based on drawing 1 - drawing 6 . This operation gestalt applies a fuel cell system to the electric vehicle (fuel cell car) which runs a fuel cell as a power source.

[0018] Drawing 1 shows the whole fuel cell system configuration of an operation gestalt. As shown in drawing 1 , the fuel cell system of this operation gestalt is equipped with the fuel cell (FC stack) 10 which generates power using the electrochemical reaction of hydrogen and oxygen. The FC stack 10 is constituted so that power may be supplied to the electric motor 11 for car transit (load), or the electrical machinery and apparatus of rechargeable battery 12 grade.

[0019] In the FC stack 10, the electrochemical reaction of the following hydrogen and oxygen occurs and electrical energy occurs.

(Negative-electrode side) The solid-state polyelectrolyte mold fuel cell is used as a FC stack 10, two or more laminatings of the cel used as a base unit are carried out, and it consists of  $H_2 \rightarrow 2H^{++} + 2e^-$  (positive-electrode side)  $2H^{++} + 1/2O_2 + 2e^- \rightarrow H_2O$  operation gestalten. Each cel has the composition that the electrolyte membrane was inserted with the electrode of a pair.

[0020] Between the FC stack 10 and the rechargeable battery 12, DC to DC converter (output current control means) 13 which adjusts the output voltage value of the FC stack 10 is formed. Drawing 2 shows the relation between the output voltage of the FC stack 10, and the output current. As shown in drawing 2, a correlation is between the output voltage of the FC stack 10, and the output current, output voltage declines with the increment in the output current, and the FC stack 10 has the property that output voltage increases with the fall of the output current. Therefore, it becomes possible by controlling the output voltage of the FC stack 10 by DC to DC converter 13 to control the output current of the FC stack 10 to arbitration.

[0021] Moreover, the temperature sensor 14 for detecting the temperature of FC stack body is formed in the FC stack 10. Furthermore, the outside-air-temperature sensor 15 which detects outside air temperature is formed in the fuel cell system.

[0022] The air path 20 for supplying air (oxygen) to the oxygen pole (positive electrode) 10a side of the FC stack 10 and the hydrogen path 30 for supplying hydrogen to the hydrogen pole (negative electrode) 10b side of the FC stack 10 are formed in the fuel cell system. The blower 21 for air feeding for air supply (gas-compression machine) is formed in the air path 20. Hydrogen is supplied to the hydrogen path 30 from the hydrogen feeder 31.

[0023] It is necessary to make the electrolyte membrane in the FC stack 10 into the damp or wet condition containing moisture for the electrochemical reaction at the time of a generation of electrical energy. For this reason, at the time of operation, humidification is performed in the air of the air path 20, and the hydrogen of the hydrogen path 30 by the humidification equipment which is not illustrated, and the air and hydrogen which were humidified are usually supplied to the FC stack 10. By this, the FC stack 10 interior will operate by the damp or wet condition. Moreover, in the oxygen pole 10a side, moisture generates according to the above-mentioned electrochemical reaction.

[0024] Moreover, at the time of the below-mentioned moisture removal operation, the dry air which is not humidified and the desiccation hydrogen which is not humidified are supplied to the FC stack 10. In order for these dry gases to remove the moisture which remains in the FC stack 10, it needs to be desirable that it is low humidity as much as possible, and it needs to be low humidity from the humidity in the FC stack 10 at least.

[0025] The shut bulbs 22 and 23 for intercepting the air path 20 are formed in the both ends in the air path 20. The FC stack 10 and air path 20 interior can be intercepted from the open air by closing these shut bulbs 22 and 23. The same shut bulbs 32 and 33 are formed also in the both ends of the hydrogen path 30.

[0026] The moisture sensors 24 and 34 for detecting the residual moisture which exists in oxygen pole 10a of the FC stack 10 interior and hydrogen pole 10b are formed in the FC stack 10. With this operation gestalt, the humidity sensor is used as moisture sensors 24 and 34. In order to detect the humidity of the FC stack 10 interior appropriately, as for humidity sensors 24 and 34, it is desirable to prepare near [ in oxygen pole 10a and hydrogen pole 10b ] FC stack 10 outlet.

[0027] The FC stack 10 produces generation of heat with a generation of electrical energy. For this reason, cooling systems 40-45 are formed in the fuel cell system so that the FC stack 10 may be cooled and operating temperature may serve as optimal temperature (about 80 degrees C) at electrochemical reaction.

[0028] The cooling water path 40 which makes the FC stack 10 circulate through cooling water (heat carrier), Water pump 41 made to circulate through cooling water, and the radiator 42 equipped with the fan 43 are formed in the cooling system. The cooling section consists of a radiator 42 and a fan 43. The heat generated in the FC stack 10 is discharged out of a system with a radiator 42 through cooling water.

[0029] Moreover, the bypass path 44 for making a radiator 42 bypass is formed in the cooling water path

40 in juxtaposition with the radiator 44 in cooling water. The passage of cooling water is changed to the radiator 43 and bypass path 44 side by the cooling water selector valve 45.

[0030] Such a cooling system can perform the amount control of cooling of the FC stack 10 by the air-flow rate control by the amount control of circulating flow by Water pump 41, the radiator 42, and the fan 43, and the bypass control of flow by the cooling water selector valve 45.

[0031] The control section (ECU) 50 which performs various control is formed in the fuel cell system of this operation gestalt. The demand power signal from a load 11, the temperature signal from a temperature sensor 12, the outside-air-temperature signal from the outside-air-temperature sensor 15, the residual moisture content signal from the moisture sensors 24 and 34, etc. are inputted into a control section 50. Moreover, the control section 50 is constituted so that a control signal may be outputted to a rechargeable battery 12, DC to DC converter 13, a blower 21, Water pump 41, the radiator fan 43, and cooling water selector-valve 45 grade.

[0032] Next, moisture removal control of the fuel cell system of the above-mentioned configuration is explained based on drawing 3 -6. Drawing 3 is a flow chart which shows moisture removal control of this operation gestalt.

[0033] First, it judges whether operation of the FC stack 10 is suspended (step S10). A shutdown judging is performed by detecting the key off signal by the operator. When a key off signal is not detected, operation is usually continued (step S11). When a key off signal is detected, the moisture removal in the FC stack 10 (moisture purge) judges whether it is the need (step S12).

[0034] The judgment of whether to perform moisture removal is performed in consideration of environmental temperature (outside air temperature), seasonal information, etc. at the time of shutdown. That is, based on the said conditions with which environmental temperature is 0 degree C or less, or are winter etc., and the falls of atmospheric temperature are predicted to be, the judgment about the need for moisture removal operation is performed. Since there is no fear of freezing with a natural thing on conditions, such as summer, moisture operation is not needed.

[0035] Moreover, you may constitute so that the anticipation time amount of FC stack 10 stop time by the operator may be inputted at the time of the shutdown of the FC stack 10. This is because the FC stack 10 does not become [ the preheating of the FC stack 10 ] below a freezing point enough in an instant for a certain reason but an elevated temperature is maintained for the time being, even if environmental temperature is below a freezing point at the time of a halt of the FC stack 10. Therefore, if it is in the stop time of about (one whole day and night) 10 hours, it is not necessary to perform residual water removal at the time of shutdown.

[0036] the case where moisture removal is judged to be the need -- the moisture sensors 24 and 34 -- the residual in the FC stack 10 -- amount of water -- detecting (step S13) -- a residual -- it judges whether it is within the limits which amount of water freezes under a low-temperature environment (step S14). Consequently, when the residual moisture content has exceeded the freezing range, based on a residual moisture content, the output current value (target current value) of the FC stack 10 is determined (step S15).

[0037] Here, the decision approach of FC stack output current value required to remove the residual moisture in the FC stack 10 is explained based on drawing 4 - drawing 6.

[0038] drawing 4 -- the output current of the FC stack 10, calorific value, and generation -- the relation of amount of water is shown. Since calorific value will increase if the output current of the FC stack 10 increases as shown in drawing 4, removal of the residual moisture in the FC stack 10 can be promoted. On the other hand, since moisture is generated by electrochemical reaction, if the FC stack 10 output current increases, generation water will increase.

[0039] Drawing 5 shows the relation between the output current of the FC stack 10, and a residual moisture content. An axis of ordinate is a residual moisture content, and the axis of abscissa shows time amount. I0-I3 show the residual moisture content at the time of fixing the output current of the FC stack 10, I0 has the largest current value and its a current value is [ I3 ] the smallest. It is the saturation residual moisture content which is not made to reducing W0 - W3 less than [ it ] in a specific current value, and W0 - W3 support I0-I3, respectively.

[0040] while the removal rate of residual moisture is quick when the output current is large as shown in drawing 5 -- generation -- while a residual moisture content is saturated with a high value, and the removal rate of residual moisture is slow when the output current is small since there is much amount of water -- generation -- since there is little amount of water, the saturation value of a residual moisture content becomes small. Therefore, in a phase with many residual moisture contents in the FC stack 10, residual moisture is efficiently removable by enlarging the output current value of the FC stack 10, removing residual moisture promptly, making an output current value small with reduction of a residual moisture content, and lessening residual moisture as much as possible.

[0041] Drawing 6 shows the relation between the residual moisture content in the FC stack 10, and the target current value of the FC stack 10. With this operation gestalt, the output current is set to I3 until a residual moisture content is set to W0, I0 and a residual moisture content are set to W1 in the output current, I1 and a residual moisture content are set to W2 in the output current and I2 and a residual moisture content become W3 about the output current, as shown in drawing 6.

[0042] Thus, by controlling the output current value of the FC stack 10 to an optimum value based on the residual moisture content in the FC stack 10, as shown in Iv in drawing 5, the residual moisture in the FC stack 10 can be decreased promptly and effectively.

[0043] Next, the amount of hydrogen required to generate the target current value determined as mentioned above and the amount of oxygen are computed, and air (oxygen) and hydrogen are supplied to the FC stack 10 by the blower 21 and the hydrogen feeder 31 (step 16). At this time, humidification is not performed in air and hydrogen, but dry air is supplied to oxygen pole 10a of the FC stack 10, and desiccation hydrogen is supplied to hydrogen pole 10b.

[0044] It consists of fuel cell systems of this operation gestalt so that a superfluous air content may be supplied to the FC stack 10 to an air content required for a generation of electrical energy of a target control current value. Thereby, the moisture which exists in the state of a drop in the FC stack 10 by airstream can be extruded out of the FC stack 10 (it blows away).

[0045] Next, the output current is controlled so that the output current value of the FC stack 10 serves as the target control current (step S17). As explained based on above-mentioned drawing 2, specifically, the output current is controlled by controlling the output voltage of the FC stack 10 by DC to DC converter 13.

[0046] At this time, the output current of the FC stack 10 is controlled to become the optimal value for moisture removal of the FC stack 10 interior. Therefore, the power generated by the FC stack 10 may be as small as the case of being large, to power required in order to operate the auxiliary machinery of a blower 21, Water pump 41, and passage selector-valve 45 grade. For this reason, when the power of the FC stack 10 is larger than auxiliary machinery power operated, dump power is charged at a rechargeable battery 12, and when the amount of generations of electrical energy of the FC stack 10 is conversely smaller than auxiliary machinery power operated, insufficient power is supplied to auxiliary machinery from a rechargeable battery 12. By this, it cannot be concerned with the size of the load of auxiliary machinery, but the output current of the FC stack 10 can be controlled to the optimal value for the moisture removal in the FC stack 10, and moisture removal can be performed efficiently.

[0047] Next, temperature control of the FC stack 10 is performed. The FC stack 10 produces generation of heat by generation of electrical energy. When FC stack temperature turns into beyond the upper limit temperature Tmax, the electrolyte membrane of the FC stack 10 interior etc. is destroyed. Moreover, when FC stack temperature becomes below the minimum temperature Tmin, the evaporation of the residual moisture in the FC stack 10 falls. For this reason, temperature control of the FC stack 10 is performed so that the temperature of the FC stack 10 may be settled in a predetermined temperature requirement by cooling systems 40-45. In addition, with this operation gestalt, about 120 degrees C and the minimum temperature Tmin are set as about 60 degrees C for the upper limit temperature Tmax of the FC stack 10.

[0048] First, a temperature sensor 14 detects the temperature of the FC stack 10 (step S18), and cooling judges [ FC stack temperature ] whether it is the need (step S19). Consequently, if FC stack temperature has exceeded the upper limit temperature Tmax, cooling water will be circulated to a radiator 42 side,

and the FC stack 10 will be cooled (step S20). Moreover, if FC stack temperature is less than the minimum temperature  $T_{min}$ , cooling water will be circulated to the bypass path 44 side, or Water pump 41 will be stopped, and cooling of the FC stack 10 will be stopped temporarily (step S21). Thereby, FC stack temperature is controllable within the limits of the upper limit temperature  $T_{max}$  and the minimum temperature  $T_{min}$ .

[0049] Next, the residual moisture content in return and the FC stack 10 is detected to step S13, and it judges whether a residual moisture content is the freezing range. Consequently, if the residual moisture content is less than the freezing range, the shut bulbs 22, 23, 32, and 33 prepared in the both ends of the air path 20 and the hydrogen path 30 will be closed (step S21). Thereby, the FC stack 10, air path 20, and hydrogen path 30 interior is intercepted from the open air, and can prevent the moisture invasion from an external environment. Then, the fuel supply to the FC stack 10 is suspended, and the FC stack 10 is stopped completely.

[0050] When the residual moisture content has exceeded the freezing range, it carries out by repeating the above-mentioned steps S15-S21.

[0051] as mentioned above, like this operation gestalt, based on the residual moisture content in the FC stack 10, the output current of the FC stack 10 is enlarged at the time of control initiation, and a moisture vapor rate is improved -- making -- a residual -- as compared with the case where a current is controlled uniformly, improvement in a residual moisture content and a vapor rate can be reconciled by making the output current small according to amount of water. It enables this to remove the residual moisture in the FC stack 10 efficiently for a short time.

[0052] (Other operation gestalten) Although the humidity sensor was used in addition with the above-mentioned operation gestalt as moisture sensors 24 and 34 which detect the residual moisture content in the FC stack 10, the residual moisture content of the FC stack 10 interior is detectable not only this but by measuring change of the electric resistance of the electrolyte membrane in the FC stack 10 interior as for example, a moisture sensor.

[0053] Moreover, in each cel which constitutes the FC stack 10, moisture removal at least of the part should just be carried out. If a part of cel is dry, a generation of electrical energy can be started by supplying hydrogen and air to the desiccation part. If a generation of electrical energy is started in a part of cel, the temperature up of other parts can be carried out by generation of heat accompanying a generation of electrical energy, and it can generate electricity in the whole cel.

---

[Translation done.]